

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



Rec'd PCT/PTO 03 MAR 2005



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

PCT

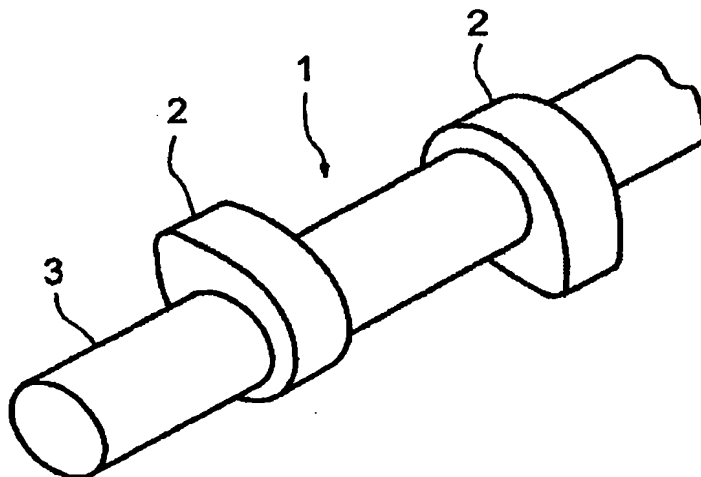
(10) 国際公開番号  
WO 2004/031429 A1

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(51) 国際特許分類: C22C 38/00, 38/16, 33/02, B22F 3/24, F16H 53/02, F01L 1/04</p> <p>(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012021</p> <p>(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 19 日 (19.09.2003)</p> <p>(25) 国際出願の言語: 日本語</p> <p>(26) 国際公開の言語: 日本語</p> <p>(30) 優先権データ: 特願2002-321815 2002 年 9 月 30 日 (30.09.2002) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本ピストンリング株式会社 (NIPPON PISTON RING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒338-8503 埼玉県さいたま市中央区本町東5-12-10 Saitama (JP).</p> | <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 高村 浩行 (TAKA-MURA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒329-0114 栃木県下都賀郡野木町野木1111番地 日本ピストンリング株式会社 栃木工場内 Tochigi (JP).</p> <p>(74) 代理人: 岸本 達人, 外 (KISHIMOTO, Tatsuhito et al.); 〒104-0031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋4階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).</p> <p>(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.</p> <p>添付公開書類:<br/>— 国際調査報告書</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

[続葉有]

(54) Title: HIGH-PRECISION SINTERED CAM LOBE MATERIAL

(54) 発明の名称: 高精度焼結カムロブ材



(57) Abstract: A high-precision sintered cam lobe material that while having high anti-wear and anti-pitching properties, even when it is intended to fabricate a cam lobe of complex configuration, realizes high dimensional accuracy and unnecessitates grinding after assembly; a process for producing the same. In particular, a high-precision sintered cam lobe material consisting of a sintered cam lobe material obtained by performing compression molding and sintering of sinter powder once or multiple times so as to form a molding of given configuration and further tempering according to necessity. The sintered cam lobe material is constituted of an iron base sintered alloy comprising one or both of 0.3 to 5.0 wt.% of Ni and 0.2 to 4.0 wt.% of Cu, 0.5 to 1.2 wt.% of C, unavoidable impurities and the balance of Fe. The sintered cam lobe material has a density of 7.3 g/cm<sup>3</sup> or more and a cam circumferential hardness of 45 or higher HRC, and the ratio of dimensional change of sintered body obtained in the final sintering step from molding obtained in the final compression step is within ±0.5%.

(57) 要約: 本発明は、高い耐摩耗性及び耐ピッチング性を有しながら、複雑な形状のカムロブを製造する場合でも寸法精度が高く、組み立て後の研削加工が不要な高精度

[続葉有]

WO 2004/031429 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

焼結カムロブ材、及びその製造方法を提供することを目的とするものである。上記目的を達成するために、本発明の高精度焼結カムロブ材は、焼結用粉末の圧縮成形及び焼結を1回又は2回以上繰り返して所定形状に形成し、さらに必要に応じて調質することで得られる焼結カムロブ材であって、0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる鉄基焼結合金からなり、密度が7.3g/cm<sup>3</sup>以上、カム外周硬さがHRC45以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率が±0.5%以内である。

## 明 細 書

## 高精度焼結カムロブ材

## 5 技術分野

本発明は、内燃機関等で使用されるカムシャフトのカムロブ材およびその製造方法に関し、更に詳しくは、高いカム性能を有しながら、組み立て後の研削加工が不要な、高精度焼結カムロブ材およびその製造方法に関する。

10

## 背景技術

内燃機関等で使用されるカムシャフトのカムロブは、運転中、高速で摺動することから、耐摩耗性、耐ピッチング性、及び耐スカuffing性等の摺動特性が要求されている。

- 15 このため、従来からカムシャフトとしては、耐摩耗性、耐スカuffing性を向上させるために、鑄造時にカムノーズの部分に冷やし金を用いて急速凝固させ、カムノーズの表面部分に硬い白鑄鉄組織を形成したチルカムシャフトが用いられている。また、耐ピッチング性を向上させるためにスチール材に焼入れ焼き戻し処理を行ったカムシャフトが使用されている。さらに、耐ピッチング性、耐スカuffing性を向上させるために、鉄系焼結カムロブをシャフトに接合した組
- 20 み立てカムシャフトが実用化されている。

- しかしながら、チルカムシャフトは鑄物であるため、必ず研削加工にてカム形状を作り出さなければならず、また、スチール鑄造カムロブ又は液相焼結カムロブを用いた組み立てカムシャフトは、カムロブ精度が悪いために組み立て後に研削加工を行わなければならず、いずれも非常にコストがかかるという問題がある。
- 25 加えて、最近では、三次元カム、凹カムといった複雑な形状へのニーズがあり、研削すると今まで以上にコストがかかるようになるという問題がある。

特開平 3 - 2 9 1 3 6 1 号公報には、合金が銅を貯蔵する硬化された母材を有

し、0.5～16重量%のモリブデン、1～20重量%の銅、0.1～1.5重量%の炭素と、場合によって、総和が最大5重量%のクロム、マンガン、珪素およびニッケルの添加物と、残りの鉄とで構成される焼結合金製のカムが耐摩耗性を改善し、カムの緊急特性を改善することが開示されている。しかしながら、寸法精度が充分には配慮されていないため、組み立て後に研削加工を行う必要があった。

一方、組み立て後に研削加工を不要とするために、特開平8-295904号公報では、調質の際の歪みとは逆向きにカムの目標輪郭形状とは相違する目標輪郭形状に従って、素材を圧縮成形し、焼結しかつ修正し、修正される素材を、調質の際の歪みによってカムの目標輪郭形状に変形する、カムの製造方法を開示している。しかしながら、この方法では、上記三次元カムや凹カム等の複雑な形状に対応することが困難であった。

また、特開平11-50210号公報には、重量比にして0.2%以上0.5%未満のCu、1.0%以上2.0%未満のMo、0.65%以上1.2%未満のC、及び不可避な元素を含み、残部がFeである鉄系焼結合金部品は、焼結時にC、Moの収縮作用とCuの膨張作用により寸法変化が抑制される旨が記載されている。しかしながら通常は、C、Mo及びCuを組み合わせて用いた焼結合金は、Cu含有量が少なく、パーライト組織に固溶するCu量が少ないため、硬さの増加が図れず硬さが低いため、耐摩耗性を充分発揮できない。

本発明は、かかる事情を考慮して成し遂げられたものであり、その目的は、高い耐摩耗性及び耐ピッチング性を有しながら、複雑な形状のカムロブを製造する場合でも寸法精度が高く、組み立て後の研削加工が不要な高精度焼結カムロブ材、及びその製造方法を提供することにある。

## 25 発明の開示

本発明に係る高精度焼結カムロブ材は、焼結用粉末の圧縮成形及び焼結を1回又は2回以上繰り返して所定形状に形成し、さらに必要に応じて調質することで

得られる焼結カムロブ材であって、0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上、カム外周硬さがHRC45以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体  
5 に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率が $\pm 0.5\%$ 以内であることを特徴とする。

鉄基焼結合金からなる焼結カムロブ材の焼結体部分の最終組成が上記範囲となるように調節する場合には、Niの強度、靱性を高める効果、Cuの固溶硬化によって耐摩耗性及び耐ピッチング性が向上すると共に、焼結時の寸法安定性も  
10 向上させることができる。さらに、焼結体の圧縮成形及び焼結工程において焼結体の密度を $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上とし、必要に応じて調質を行うことで、耐摩耗性及び耐ピッチング性をさらに向上させることができる。

この結果得られる鉄基焼結合金からなる焼結カムロブ材は、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率を $\pm 0.5\%$ 以内に抑えることができることから、研削加工による修正が全く不要である  
15 か、または必要であっても僅かに研削するだけで足り、大幅なコスト削減が可能となる。また、この焼結カムロブ材は、カム外周硬さをHRC45以上とすることができるため、この焼結カムロブ材を用いることで、耐摩耗性及び耐ピッチング性に優れる組立カムシャフトが得られる。

上記焼結カムロブ材は、前記Ni及び前記Cuを両方とも含有する組成であることが好ましい。最終組成に含まれるC及びNiは焼結時に収縮作用があるのに対して、Cuは焼結時に膨張作用があるので、選択可能な成分群であるNi及びCuを両方とも用いる場合には、収縮方向の寸法変動と膨張方向の寸法変動とが打ち消され、焼結時の寸法安定性を極めて優れたものとする  
20 ことができる。

本発明の焼結体は、最終組成中に0.1～2.5重量%のMoが更に含有されている場合には、Moの固溶硬化によって焼結体の耐摩耗性及び耐ピッチング性が更に向上するので好ましい。  
25

次に、本発明に係る高精度焼結カムロブ材の製造方法は、下記最終組成となる

ように調製された焼結用粉末を用い、圧縮及び焼結を1回又は2回以上繰り返して所定形状に形成した焼結体を焼入れ・焼き戻し処理することにより、0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる最終組成を有する鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3 \text{ g/cm}^3$ 以上、カム外周硬さがHRC45以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率が $\pm 0.5\%$ 以内である焼結カムロブ材を作製することを特徴とする。

上記本発明の高精度焼結カムロブ材を製造する際の調質として、焼入れ・焼き戻し処理を行うことにより、カム外周硬さをHRC45以上とすることが可能である。

焼結体の密度を $7.3 \text{ g/cm}^3$ 以上にするためには、前記圧縮及び焼結工程を2回以上行うことが非常に有効である。

前記焼結体に焼入れ・焼き戻し処理を行った後、カム外周にショットブラストを行って残留圧縮応力を生じさせることで、耐ピッチング性をさらに向上させることができるので好ましい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の高精度焼結カムロブ材を用いたカムロブを備える組み立てカムシャフトの一例を示す斜視図である。

第2図は、本発明の高精度焼結カムロブ材を用いたカムロブの一実施の形態を示す断面図である。

第3図は、実施例に用いた二円筒接触試験機の概略図である。

第4図は、実施例の耐ピッチング試験結果をまとめたグラフである。

第5図は、実施例の耐摩耗試験結果をまとめたグラフである。

第6図は、実施例の寸法変化率とカムリフト誤差をまとめたグラフである。

なお、各図中の符号の意味は以下の通りである。

組立式カムシャフト（１）；カムロブ（２）；シャフト（３）；試験片（４）；  
相手材（５）；潤滑油（６）；荷重（７）

## 5 発明を実施するための最良の形態

本発明の高精度焼結カムロブ材は、焼結用粉末の圧縮成形及び焼結を１回又は  
２回以上繰り返して所定形状に形成し、さらに必要に応じて調質することで得ら  
れる焼結カムロブ材であって、０．３～５．０重量％のＮｉ及び０．２～４．０  
10 重量％のＣｕのうち一方又は両方、０．５～１．２重量％のＣ、及び、不可避不  
純物及び残部がＦｅからなる鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上、  
カム外周硬さがＨＲＣ４５以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体に対し  
て当該成形体に最後の焼結工程を行って得られる焼結体の寸法変化率が±０．  
５％以内であることを特徴とする。

15 また、本発明に係る高精度焼結カムロブ材の製造方法は、下記最終組成となる  
ように調製された焼結用粉末を用い、圧縮及び焼結を１回又は２回以上繰り返  
して所定形状に形成した焼結体を焼入れ・焼き戻し処理することにより、０．３～  
５．０重量％のＮｉ及び０．２～４．０重量％のＣｕのうち一方又は両方、０．  
５～１．２重量％のＣ、及び、不可避不純物及び残部がＦｅからなる最終組成を  
20 有する鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上、カム外周硬さがＨＲ  
Ｃ４５以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体と当該成形体に最後の焼結  
工程を行って得られる焼結体との寸法変化率が±０．５％以内である焼結カムロ  
ブ材を作製することを特徴とする。

図１は、本発明に係る高精度焼結カムロブ材を用いたカムロブ２を備える組立  
25 式カムシャフト１の一例を示す斜視図であり、図２は、本発明に係る高精度焼結  
カムロブ材を用いたカムロブ２の一例を示す断面図である。組立式カムシャフト  
１は、冷間引抜き鋼管等の鋼材からなるシャフト３と、本発明に係る高精度焼結  
カムロブ材を用いたカムロブ２とから構成される。

上記本発明に係るカムロブ材の原料として用いられる焼結用粉末は、焼結体（母材）の最終組成、すなわち2回以上焼結した場合には、その最後の焼結工程を行って得られる焼結体の元素組成が0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeとなるように調製される。不可避不純物には、原料粉末に混入する微量の不純物のほか、焼結用粉末に添加されるステアリン酸亜鉛のような潤滑材やその他の添加成分の残留物も含まれる。

焼結用粉末としては、純鉄粉に各元素の粉体を混合したものを用いても良いし、目標組成を超えない範囲の元素を含む合金粉を用いても良い。

- 10 本発明に係る焼結体の金属組織は、大部分又は実質的に全てのCuが基地に拡散しており、Cu単相で形成される遊離Cuは存在しない。

焼結体の最終組成においてC含有量が0.5重量%より少なくなると、焼入れ焼き戻し後に所望のカム外周硬さを得られにくく、耐摩耗性に劣り、C含有量が1.2重量%を超えると、圧縮性が著しく低下し、密度が上がらない原因となる。

- 15 よって、C含有量を0.5～1.2重量%、好ましくは0.8～1.0重量%に限定する。

Niは、強度、靱性を高める効果があり、また、焼入れ焼き戻し処理後に加工誘起変態可能な残留オーステナイトを生じさせることにより、耐ピッチング性を向上させる働きがある。Ni含有量が0.3重量%より少なくなると、十分な強度、靱性が得られず、残留オーステナイト量も少なく、Ni含有量が5.0重量%を超えると、残留オーステナイトが安定になってしまい、加工誘起変態を起こさないために、逆に耐ピッチング性が低下する原因となる。よって、Ni含有量を0.3～5.0重量%、好ましくは0.5～3.0重量%に限定する。

- 25 Cuは、固溶硬化と寸法変化量を調節する働きがあり、C、Niは焼結時に収縮作用があるので、膨張作用があるCuを入れることにより、寸法変化量を調節できる効果がある。Cu含有量が0.2重量%より少なくなると、C、Niの収縮作用に負けてしまうため、寸法変化率が収縮方向に大きくなってしまい、Cu含有量が4.0重量%を超えると、逆に寸法変化率が膨張方向に大きくなってし



まう原因となる。よって、Cu含有量を0.2～4.0重量%、好ましくは0.5～3.0重量%に限定する。

焼結体の最終組成が上記範囲内となるように調節することによって、焼結用粉末の圧縮成形体を焼結する時の寸法安定性を向上させることができ、しかも、耐  
5 摩耗性及び耐ピッチング性に優れる焼結体を得られる。

特に、C及びNiは焼結時に収縮作用があるのに対して、Cuは焼結時に膨張作用があるので、選択可能な成分群であるNi及びCuを両方とも用いる場合には収縮方向の寸法変動と膨張方向の寸法変動とが打ち消され、耐摩耗性及び耐ピ  
10 ッチング性に悪影響を及ぼすことなく、焼結時の寸法安定性を極めて小さくすることができるので好ましい。

本発明の焼結体には、最終組成中にMoが含有されていることが好ましい。Moは、焼入れ性を高め、固溶硬化による効果がある。Mo含有量が0.1重量%より少なくなると、十分な硬化が得られず、Mo含有量が2.5重量%を超えると、圧縮性が著しく悪くなる原因となる。よって、Mo含有量を0.1～2.5  
15 重量%、好ましくは0.25～2.0重量%に限定する。

なお、Moを用いる場合には、選択可能な成分群であるNi及びCuのうち少なくともCuを組み合わせることが好ましい。MoはC及びNiと同様に焼結時に収縮作用があるので、焼結時に膨張作用があるCuを組み合わせることでMoによる寸法変動を打ち消すことができる。また、Ni、Cu、Moの上記すべての  
20 の効果を活かす点から、Ni及びCuの両方共に、更にMoを組み合わせる用いるのが好ましい。

上記焼結用粉末を所定形状に圧縮成形する工程及び得られた圧縮成形体を焼結する工程を1回又は必要に応じて2回以上繰り返して行うことによって、最終的に得られる焼結体の密度を7.3 g/cm<sup>3</sup>以上、好ましくは7.4 g/cm<sup>3</sup>  
25 以上に調節する。焼結体の密度を上げるためには、圧縮及び焼結工程を2回以上繰り返すことが非常に有効である。焼結体の密度が7.3 g/cm<sup>3</sup>より小さいと、空孔が多すぎて耐摩耗性及び耐ピッチング性が不十分になる。通常は、1回目の仮成形・仮焼結（一次成形及び一次焼結）と2回目の本成形・本焼結（二次成形

及び二次焼結)の全2回行うことによって、密度 $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上で寸法精度も良好な焼結体を得られる。

なお、焼結用粉末の組成中にCの量が多い場合には、圧縮率が落ちるため圧縮は2回以上行うことが好ましいが、逆にCの量が少ない場合には、1回の圧縮工程でも所望の焼結カムロブを得ることができる。

圧縮工程では、通常はメカプレス等を用いてプレス成形を行う。圧縮成形時の面圧は、具体的には、仮成形（一次成形）、すなわち最後の圧縮成形工程を除く圧縮成形の段階では通常 $5\sim 7\text{ ton/cm}^2$ 程度とする。また、最後の圧縮成形工程（二次成形）の段階及び1回しか圧縮成形を行わない場合は、通常 $7\sim 10\text{ ton/cm}^2$ 程度とし、仮成形よりも高くするのが一般的である。

焼結工程は、通常は真空焼結炉等で行う。焼結工程での焼結温度は、具体的には、仮焼結（一次焼結）、すなわち最後の焼結工程を除く焼結の段階では、通常 $600\sim 900^\circ\text{C}$ 程度とする。また、最後の焼結工程（二次焼結、本焼結）の段階及び1回しか焼結を行わない場合は、通常 $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 程度、好ましくは $1150\sim 1200^\circ\text{C}$ 程度とし、仮焼結よりも高くするのが一般的である。

最後の焼結工程で得られた焼結体に必要に応じて調質を行うことで、表面の摺動特性をさらに向上させてもよい。上記焼結体に適用可能な調質の方法としては、焼入れ・焼き戻し処理、ショットブラスト、窒化（純窒化、浸炭窒化、プラズマ窒化）、溶浸等があり、これらのうち1つだけ又2つ以上の方法を適用することができる。

これらの方法のうち、焼入れ・焼き戻し処理によってカム外周硬さを増して耐磨耗性を向上させることが好ましい。焼入れ・焼き戻し処理の手順・条件は、通常、熱処理炉にて $900^\circ\text{C}$ 前後にカムピースを加熱し、その後、油若しくは水にて急冷し焼入れする。その後、 $100\sim 300^\circ\text{C}$ 位に再加熱して焼き戻しを行なう。

さらに、焼入れ・焼き戻し処理を行ったカム外周にショットブラストを行って残留圧縮応力を生じさせ、耐ピッチング性を向上させることが特に好ましい。この場合、ショットブラストの手順・条件は、通常、カムピースを回転させ、その

外周にショットできる様にノズルを調整し、スチール、ガラスビーズ等のグリットを用い、 $5\text{ kg/cm}^2$ の圧力で処理を行なう。

溶浸を行う場合、鉄基焼結合金の焼結体（母材）の空孔内にCu等の溶浸材を高温加熱により溶浸し、その後急冷して焼き戻し処理等を行う。この場合、焼結体（母材）の組成と溶浸後に得られるカムロブ全体の組成は相違するが、焼結体の部分が上記鉄基焼結合金の元素組成を有している必要がある。

上記の圧縮成形及び焼結、さらに必要に応じて調質を行うことによって作製される鉄基焼結合金製のカムロブ材は、焼結体部分の最終組成を0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる組成とし、且つ、焼結体密度を $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上とすることによって、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して当該成形体に最後の焼結工程を行って得られる焼結体の寸法変化率を±0.5%以内に抑えることが可能である。

焼結カムロブは、圧縮成形体を焼結する段階だけでなく、焼結後に焼入れ・焼き戻し処理やショットブラスト等の調質を行う段階でも寸法変化を生じるが、最も寸法変化が大きいのは焼結段階であり、調質段階での寸法変化は僅かである。このため、焼結時の寸法安定性を向上させて、最後の圧縮工程で得られる成形体に対する最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率を±0.5%以内に抑えることによって、その後の調質によって若干の寸法変化が生じるとしても、研削加工によって寸法を修正する必要が全くないか或いは僅かに研削するだけで足り、そのまま或いは従来と比べて非常に少ない研削加工を行うだけでカムシャフトの組み立てに用いることができる。

特開平8-295904号に記載されているような、調質の際の歪みによってカムの目標輪郭形状に変形する製造方法により研削加工を不要にする場合と異なり、本発明においては、最近増加している複雑な形状のカムに対応することができ、複雑な形状のカムに対する高い研削加工費用も削減できるようになり、大幅なコスト削減を実現できる。

ここで、前記寸法変化率とは、三次元測定機を使用し、二次成形体と二次焼結

体の外周形状を、 $360^\circ$ に渡り $1^\circ$ 毎に最低1点測定し、測定点からトレースされた両方の形状を重ね合わせて各測定点の寸法変化率を求め、そのなかの最大値のことである。

また、上記の圧縮成形及び焼結、さらに必要に応じて調質を行うことによって作製される鉄基焼結合金製のカムロブ材は、焼結時の寸法安定性に優れていて研削加工が不要になると共に、カム外周硬さをHRC45以上、好ましくはHRC50以上とすることが可能であり、優れた耐摩耗性と耐ピッチング性が付与される。特に、カム外周部にショットブラスト処理を行って残留圧縮応力を生じさせる場合には、カムロブ材の耐ピッチング性をさらに向上させることができる。

このようにして作製されたカムロブ材を、S45C等の材質からなるシャフトの所定位置に所定角度で、焼きばめ又は冷やしばめによって組み付け、固定することによって組立カムシャフトが得られる。カムロブ材をシャフトに組み付け、固定する方法としては、上記した焼きばめや冷やしばめが組立精度、安価な設備費の点で好ましいが、圧入や拡散接合等の他の方法によることも可能である。

組み付け後は、カムロブ部の研削加工が全く不要であるか、或いは必要であっても、従来と比べて非常に僅かの研削加工を行うだけで足り、耐摩耗性及び耐ピッチング性に優れる組立カムシャフトが得られる。

## 実施例

### (実施例1)

2回焼結後の焼結体の成分組成が、C：1.2重量%、Ni：1.5重量%、Fe：残部となるように各元素を鉄粉中に添加して焼結用粉末を調製した。さらに潤滑材としてステアリン酸亜鉛を加えて混合した。まず、 $5\sim 7\text{ ton/cm}^2$ の面圧で1回目のプレス成形（1次成形）を行い、圧粉体を形成した後、真空焼結炉中で $600^\circ\text{C}\sim 900^\circ\text{C}$ の温度で仮焼結（1次焼結）をし、仮焼結体を得た。次いで、仮焼結体を $7\sim 10\text{ ton/cm}^2$ の面圧で2回目のプレス成形（2次成形）を行い、その2次成形体を、真空焼結炉中で $1100^\circ\text{C}\sim 1200^\circ\text{C}$ の温度

で本焼結（２次焼結）をし、２次焼結体を得た。得られた２次焼結体に焼き入れ焼き戻し処理を行い、次いで、カム外周にスチールグリットを用いて距離１００mm、エア圧５kg/cm<sup>2</sup>でショットブラストを行ない、図２に示す形状をもつ焼結カムロブ材を得た。

#### 5 (実施例２～４)

２回焼結後の焼結体の成分組成が、表１に示した組成となるように各元素を鉄粉中に添加して焼結用粉末を調製した。その他は、実施例１と同様にして実施例２～４の焼結カムロブ材を得た。

10

表１．各実施例の焼結体の最終組成

実施例No.	最終組成 (wt%)							
	C	Cu	Ni	Mo	Si	Mn	Cr	Fe
実施例１	1.2	—	1.5	—	—	—	—	残部
実施例２	0.8	1.5	—	—	—	—	—	残部
実施例３	0.6	1.5	1.5	—	—	—	—	残部
実施例４	0.6	1.5	2.0	0.5	—	—	—	残部
比較例１	3.4	(Cu+Ni) 2.0		2.0	2.0	0.7	0.8	残部
比較例２	0.8	5.0	—	—	—	—	—	残部

#### (比較例１)

最終の成分組成が、C：３．４重量％、Si：２．０重量％、Mn：０．７重量％、Cr：０．８重量％、Mo：２．０重量％、Ni＋Cu：２．０重量％となるように各元素を溶かして、冷やし金を有する鋳型に流し込んで急凝固してチル鋳鉄を得、それを研磨して比較例１のカムロブ材を得た。

15

#### (比較例２)

２回焼結後の焼結体の成分組成が、C：０．８重量％、Cu：５．０重量％、Fe：残部となるように各元素を鉄粉中に添加して焼結用粉末を調製した。その他は、実施例１と同様にして比較例２の焼結カムロブ材を得た。

20

#### <試験条件>

##### (１) 密度

各実施例・比較例で得られたカムロブ材の試験片をパラフィンで封孔処理し、

アルキメデス法によって密度を測定した。測定結果を表 2 に示す。

## (2) カム外周硬さ

ロックウエル硬度計により、C スケールにて、各実施例・比較例で得られた試験片のカムノーズの外周を 5 点計測し、その平均値を算出した。測定結果を表 2 に示す。

表 2. 各実施例・比較例の試験片についての  
密度及びカム外周硬さの測定結果

	実施例				比較例	
	1	2	3	4	1	2
密度 g/cm <sup>3</sup>	7.46	7.38	7.37	7.36	—	7.33
硬さ HRC	55	53	50	51	—	53

## (3) 耐ピッチング試験及び耐摩耗試験

図 3 に示す二円筒接触試験機により、各試験片のピッチング発生回数を測定した。一定速度に回転する各試験片 4 と相手材円筒試験片 5 の回転面を接触させ、両試験片の接触面に潤滑油 6 を滴下しながら所定の荷重 7 をかけて回転させ、ピッチングが発生するまでの回転数を計測した。また、一定回転数 ( $1 \times 10^5$  回) 当たりの摩耗沈み量 ( $\mu\text{m}$ ) を測定した。

(測定条件)

測定装置：二円筒接触試験機

回転数：1500rpm

潤滑油：エンジンオイル 10W30

油温：100℃

油量： $2 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{min}$

荷重：1500N、2000N、2500N

スベリ率：0%

相手材：SUJ2

判定方法：AE（アコースティックエミッション）にて、ピッチング発生の亀裂を検知し、そのときの接触回数をピッチング発生回数としてS-N曲線を作成し、各試験片と比較した。

耐ピッチング試験結果を図4に示し、耐摩耗試験結果を図5に示す。

- 5 耐ピッチング性及び耐摩耗性に関しては、実施例1～4及び比較例2は、比較例1より良好な結果であった。

#### （4）寸法変化率

- 10 三次元測定機を使用し、二次成形体と二次焼結体の外周形状を360°に渡り1°毎に測定し、測定点からトレースされた両方の形状を重ね合わせて各測定点の寸法変化率を求め、そのなかの最大値を二次成形体に対する二次焼結体の寸法変化率として特定した。

#### （5）カムリフト誤差

- 15 二次焼結体を焼入れ、焼き戻し後、更にショットブラストした後の試験片についてカムリフト誤差を測定した。カムプロフィール測定プログラムアドコールを用いてカムプロフィールを測定し、目的のプロフィールと比較して、その誤差を検出し、リフト誤差とした。

- 20 寸法変化率とカムリフト誤差の測定結果を図6に示す。図6から、寸法変化率が±0.5%以下である実施例1～4は、一般的な研磨品のカムリフト誤差のスペック（0.05mm）を満たしているが、寸法変化率が±0.5%を超えている比較例2は、一般的な研磨品のカムリフト誤差のスペックから外れることが示される。

#### 産業上の利用可能性

- 25 以上に述べたように本発明によれば、焼結体部分（母材）を構成する鉄基焼結合金の最終組成と密度を調節し、さらに必要に応じて調質を行うことで、焼結時の寸法精度が高く、しかも耐摩耗性及び耐ピッチング性に優れる高精度焼結カムロブ材が得られ、研削加工に費やされるコストが大幅に削減されると共に、摺動

性能及び耐久性に優れる組立カムシャフトが得られる。

特に、本発明に係る高精度焼結カムロブ材は、複雑な形状のカムロブを作製する場合にも対応することができ、研削加工が全く又はほとんど不要なカムロブを作製することができる。



## 請 求 の 範 囲

1. 焼結用粉末の圧縮成形及び焼結を1回又は2回以上繰り返して所定形状に形成し、さらに必要に応じて調質することで得られる焼結カムロブ材であって、0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上、カム外周硬さがHRC45以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率が $\pm 0.5\%$ 以内であることを特徴とする、高精度焼結カムロブ材。

2. 前記Ni及び前記Cuを両方とも含有する請求の範囲第1項に記載の高精度焼結カムロブ材。

3. 0.1～2.5重量%のMoを更に含有する請求の範囲第2項に記載の高精度焼結カムロブ材。

4. 下記最終組成となるように調製された焼結用粉末を用い、圧縮及び焼結を1回又は2回以上繰り返して所定形状に形成した焼結体を焼入れ・焼き戻し処理することにより、0.3～5.0重量%のNi及び0.2～4.0重量%のCuのうち一方又は両方、0.5～1.2重量%のC、及び、不可避不純物及び残部がFeからなる最終組成を有する鉄基焼結合金からなり、密度が $7.3\text{ g/cm}^3$ 以上、カム外周硬さがHRC45以上であり、最後の圧縮工程で得られる成形体に対して最後の焼結工程で得られる焼結体の寸法変化率が $\pm 0.5\%$ 以内である焼結カムロブ材を作製することを特徴とする、高精度焼結カムロブ材の製造方法。

5. 前記圧縮及び焼結工程を2回以上行う請求の範囲第4項に記載の高精度焼結カムロブ材の製造方法。

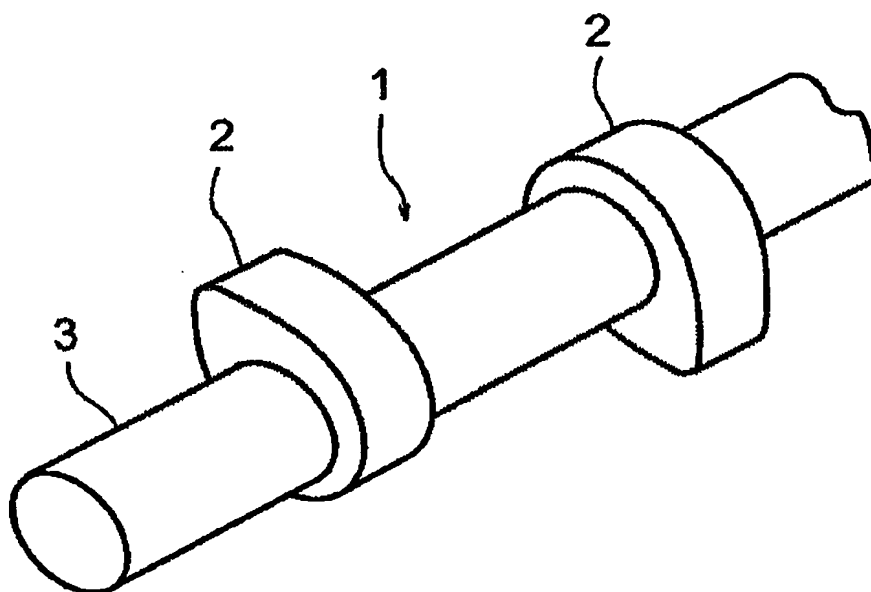
6. 前記焼入れ・焼き戻し処理の後、カム外周にショットブラストを行う請求の範囲第4項又は第5項に記載の高精度焼結カムロブ材の製造方法。

5 7. 前記最終組成に前記Ni及び前記Cuが両方とも含有される請求の範囲第4項から第6項までのいずれかに記載の高精度焼結カムロブ材の製造方法。

8. 前記最終組成に0.1～2.5重量%のMoが更に含有される請求の範囲第7項に記載の高精度焼結カムロブ材の製造方法。

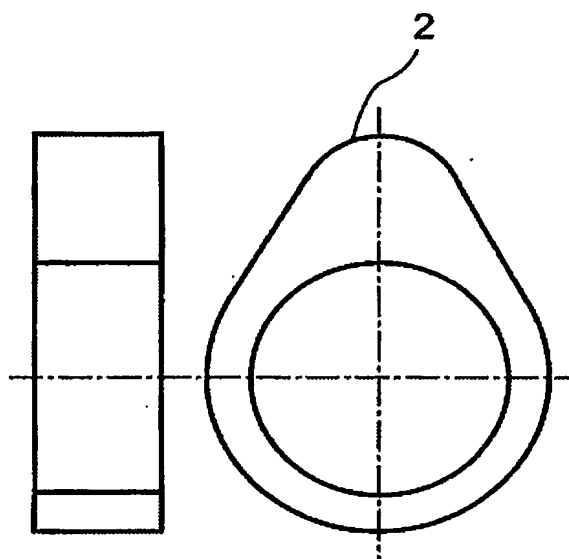
1 / 5

図 1



2 / 5

図 2



3 / 5

図 3

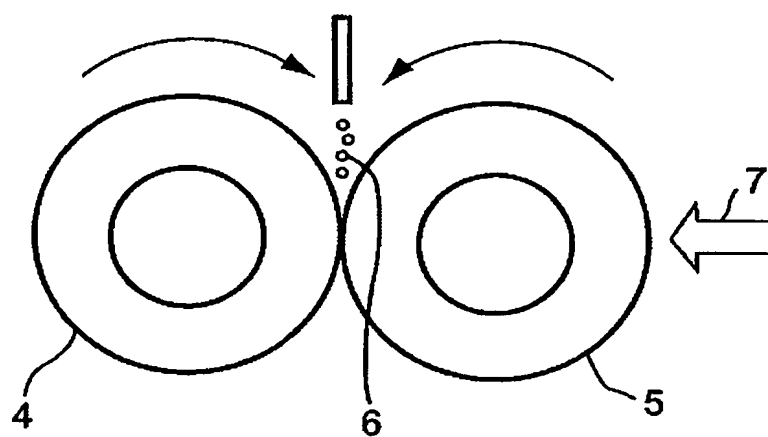


図 4

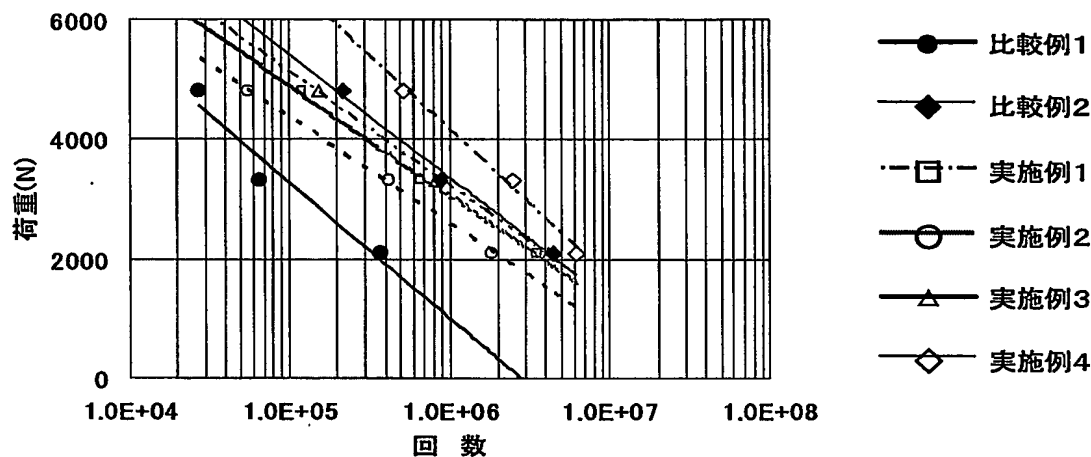
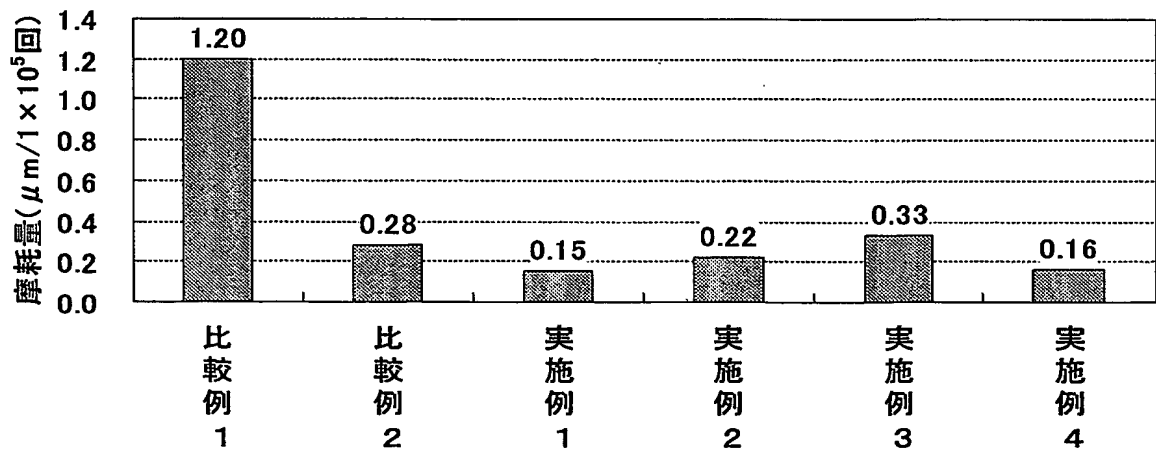
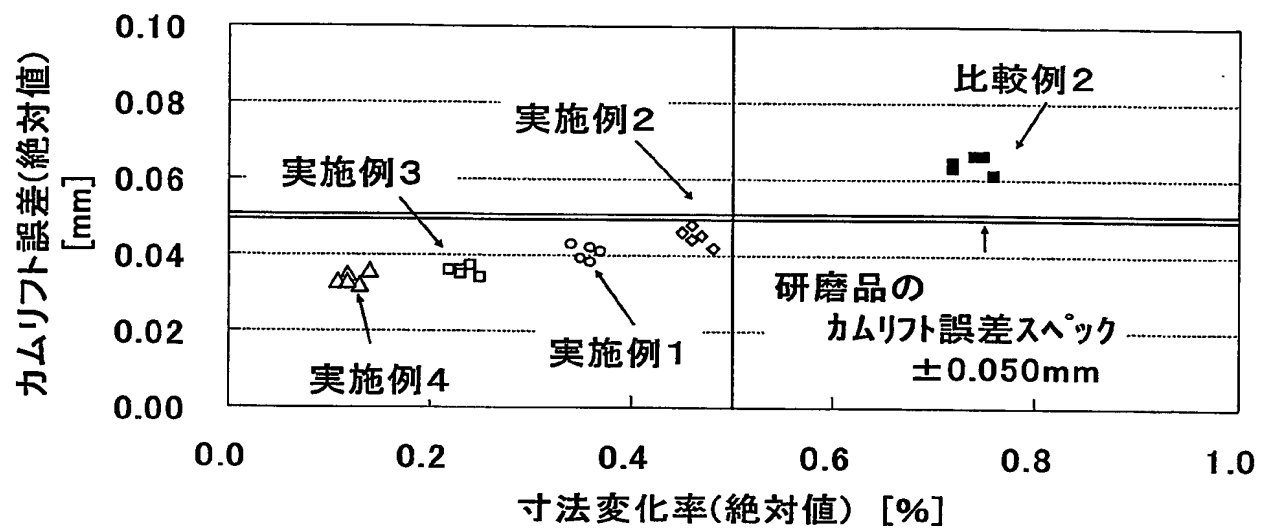


図 5



5 / 5

図 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12021

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C22C38/00, 38/16, 33/02, B22F3/24, F16H53/02, F01L1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C22C38/00, 38/16, 33/02, B22F3/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 11-50210 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 February, 1999 (23.02.99), Full text (Family: none)	1-5, 7, 8 6
Y	JP 11-140604 A (Kobe Steel, Ltd.), 25 May, 1999 (25.05.99), Par. Nos. [0001], [0027], [0045] (Family: none)	6
A	EP 1097770 A1 (UNISIA JECS CORP.), 09 May, 2001 (09.05.01), Claims & WO 00/62960 A1 & CA 2334753 A & JP 2000-303106 A	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 December, 2003 (15.12.03)Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP03/12021

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C22C 38/00, 38/16, 33/02, B22F 3/24, F16H 53/02, F01L 1/04

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C22C 38/00, 38/16, 33/02, B22F 3/24

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 11-50210 A (住友電気工業株式会社) 1999. 02. 23, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 7, 8 6
Y	JP 11-140604 A (株式会社神戸製鋼所) 1999. 05. 25, 【0001】、【0027】、【0045】 (ファミリーなし)	6
A	EP 1097770 A1 (UNISIA JECS CORPORATION) 2001. 05. 09, 請求の範囲 & WO 00/62960 A1	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

15. 12. 03

## 国際調査報告の発送日

13.01.04

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 毅

4K

3237

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	& CA 2334753 A & JP 2000-303106 A	